

基于 DEA 方法的海洋科技效率评价研究

刘大海¹ 臧家业¹ 徐伟²

(1.国家海洋局第一海洋研究所 青岛 266061; 2.国家海洋技术中心 天津 300111)

摘要 运用 DEA 方法评价青岛市科研院所和高等院校两类机构的海洋科技效率,对综合效率、技术效率、规模效率和规模报酬等指标进行量化分析,解出提高科技效率的途径,并提出改进海洋科技效率的对策建议。

关键词 数据包络分析;效率;科技

近年来我国致力于实施“科技兴海”战略,不断加大海洋科技的投入,科技活动产出得以稳步增长,科技创新能力得以进一步增强,海洋科技工作在支撑、推动海洋经济发展中取得了显著成绩。2005年,中央及地方政府共投入海洋科研经费17.7亿元,海洋科技成果实现产业化达108项,总产值达50.5亿元,取得海洋科技成果1306项,专利488项,发表学术论文4949篇,获省部级以上科技成果奖68项,有力推动了海洋经济的快速发展。

虽然海洋科技已取得丰硕成果,但与发达国家相比,我国的经费投入总额还存在一定的差距,且利用效率不高。根据瑞士国际管理学院(IMD)的测算数据,我国每亿美元科技经费的专利产出只有美国的51%。因此,客观认识并把握我国海洋科技活动的动态变化,定量评价海洋科技投入产出效率,从而开展更有效率的海洋科技宏观调控,其意义深远而重大。本文通过数据包络分析法,对青岛市科研院所和高等院校两类机构的综合效率、技术效率、规模效率和规模报酬等指标进行了求解,并提出改进海洋科技效率的建议。

一、背景

数据包络分析(简称DEA分析)是一种测算

具有相同类型投入产出的若干系统或部门相对效率的非参数方法,该方法是著名运筹学家A. Charles、W.W. Cooper与E. Rhodes等人于20世纪末期以相对效率概念为基础发展起来的。其原理是根据若干组关于投入产出的数值,采用运筹学的线性规划模型测算出有效产出的相对前沿面,再将各组数值投影与有效前沿面做比较,进而衡量各组数值的效率。凡是处在前沿面上的DMU,即可认定其有相对效率,并将其效率指标定为1,而不在前沿面上的DMU则被认定为无效率,以其与有效前沿面之间的距离为准,可解出该DMU的相对效率指标。

近年来,英、美、加拿大、澳大利亚等国纷纷用DEA方法对科研机构进行了效率评价。据统计,在国际科技投入产出效率研究领域,目前广泛使用的定量评价方法主要有数据包络分析(Data Envelopment Analysis, DEA)和随机前沿面(Stochastic Frontier, SF)等,其中三分之二的研究采用的是数据包络分析。

最近,国内相关论文也在逐渐增多。许治等运用DEA方法对我国科技投入相对效率进行了测度,结果表明不同部门科技资源的使用对整个社会科技投入相对效率的影响不同,增加企业科研经费支出比例有助于我国科技投入效率的提高;

田东平等运用 DEA 方法对我国高等院校科研效率进行评价,结果表明高校的科研效率存在明显的地域性差异,东部高于中部,西部最低;骆正清等运用 DEA 方法对高等学校内部各学院办学效率做了相对有效性分析,结果表明该校非 DEA 有效的单位存在投入过剩、产出不足等问题。张浩等对科研院所、企业和高等院校三类机构类型的科技效率进行了分析,结果表明企业科技效率随着投入的增加无明显改进。综上所述,DEA 方法作为一种科技评价方法已经被国内广泛认可。

值得关注的是,DEA 指标的计量单位、性质并不要求完全相同。这是 DEA 方法与其它多目标评价方法相比的优势所在。其一,DEA 方法不需要确定指标的相对权重,这有利于排除主观因素,增强评价结果的客观性;其次,在对 DMU 进行评价时,DEA 方法不必考虑指标的单位 and 量级,能使复杂问题简单化。

二 模型测算

借鉴 C²R 经典模型,测算海洋科技单位的综合效率、技术效率、规模效率和规模报酬。

假设有 n 个海洋科技决策单元(Decision Making Unit,简称 DMU) $DMU_j (j=1, 2, \dots, n)$ 都有 t 种投入和 c 种产出,对于决策单元 j ,投入产出向量分别为: $x_j=(x_{1j}, x_{2j}, \dots, x_{tj})^T > 0, y_j=(y_{1j}, y_{2j}, \dots, y_{cj})^T > 0, j=1, 2, \dots, n$,第 j 个决策单元 DMU_j 的第 i 种类型投入的投入量和第 r 种类型产出的产出量分别为 $x_{ij}, y_{rj}(i=1, 2, \dots, t; r=1, 2, \dots, c)$ 。求解过程如下:

$$\begin{cases} \min \alpha \\ s. t, \sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j \leq \alpha x_{i0}, \sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j \geq y_{r0} \\ \lambda_j \geq 0, j = 1, 2, \dots, n \end{cases} \quad (1)$$

$$\begin{cases} \min \beta \\ s. t, \sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j \leq \beta x_{i0}, \sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j \geq y_{r0} \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j = 1, \lambda_j \geq 0, j = 1, 2, \dots, n \end{cases} \quad (2)$$

$$\begin{cases} \min \mu \\ s. t, \sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j \leq \mu x_{i0}, \sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j \geq y_{r0} \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j = 1, \lambda_j \geq 0, j = 1, 2, \dots, n \end{cases} \quad (3)$$

$$SE = \alpha/\beta \quad (4)$$

运用以上方程组进行运算,运算结果 α 是规模报酬不变时第 j 个决策单元的综合效率值 TE, β 为规模报酬可变时的技术效率 PTE, 而规模效率 SE 则是规模报酬不变时的效率值。当 $SE=1$ 时,该决策单元规模收益不变,规模有效;当 $SE < 1, \alpha=\mu$ 时,该决策单元为规模报酬递增;当 $SE > 1, \alpha=\mu$ 时,该决策单元为规模报酬递减。

三 评价与比较

(一) 决策单元的选择

选择 2002 年至 2005 年青岛市科研院所和高等院校两类机构的海洋科技投入产出数据作为原始数据(其中 2002 年数据是指 2001-2002 年度数据,以此类推), D_1-D_4 代表 2002 年至 2005 年科研院所 DMU; D_5-D_8 代表 2002 年至 2005 年的高等院校 DMU。

(二) 投入产出指标的选择

根据模型评价目的、指标选取原则以及数据采集的可行性,设立指标如下。投入指标包括科研人员数、其他从业人员数等两项;产出指标包括政府资金额、非政府资金额、论文数、科技著作数、专利授权数、对外科研服务量等六项。该数据部分来自于青岛市情报所,部分来自于相关的科研单位。借鉴科技部科技统计制度和海洋局科技统计报表制度,定义指标如表 1:

(三) 结果分析

将收集到的投入、产出样本数据代入(1)、(2)、(3)、(4),借助线性规划软件 LINGO8.0 进行求解,可分别求得各 DMU 的综合效率 TE、技术效率 PTE、规模效率 SE 和规模报酬区域。效率评价结果如表 2 所示。

表1 投入产出指标及评价指标定义

指标	定义	
投入 指标	科研人员数	从业人员中的科技管理人员、课题活动人员和科技服务人员总人数。
	其他从业人员数	由单位实体安排工作并支付工资的年末在册人数,不包含科技人员数。
	政府资金额	由各级政府直接拨款或受政府资金委托从事科研活动所获得的收入。
	非政府资金额	除政府资金外的收入。例如来自企业的技术性收入和产品销售收入。
产出 指标	科技论文数	在国内外学报或正规学术刊物上,本单位第一作者所发表的论文数。
	科技著作数	经过正式出版部门编印出版的科技专著、大专院校教材和科普著作。
	专利授权数	指当年由国家正规专利管理部门授予本单位专利权的职务专利总件数。
	对外科技服务量	是指单位职工本年参加对外科技服务活动的各类人员工作当量的综合。
评价 指标	综合效率	反映 DMU 投入与产出是否有效率,1 则为有效,小于 1 则为无效。
	技术效率	反映在给定投入的情况下 DMU 获取最大产出的能力,评价方法同上。
	规模效率	反映 DMU 是否在最合适的投资规模下生产,评价方法同上。
	规模报酬	反映如果增加一单位的投入,产出是增加、减少还是不变。

(注:对外科技服务活动内容包括科技成果的示范性推广工作;为用户提供可行性报告、技术方案、建议及进行技术论证等技术咨询工作;地形、地质和人文考察、天文、气象和地震的日常观察;为社会和公众提供的测试、标准化、计量、计算、质量控制和专利服务;科技信息文献服务、科技培训等工作等。)

表2 测算结果——各 DMU 效率指标

	综合效率 TE	技术效率 PTE	规模效率 SE	规模报酬
DMU1	1	1	1	CRS
DMU2	0.59	0.93	0.63	IRS
DMU3	0.72	0.95	0.75	IRS
DMU4	1	1	1	CRS
DMU5	1	1	1	CRS
DMU6	1	1	1	CRS
DMU7	1	1	1	CRS
DMU8	1	1	1	CRS

(注:TE 和 PTE 分别是模型里面的 α 和 β 。CRS 为规模报酬不变(constant returns to scale);DRS 为规模报酬递减(decreasing returns to scale);IRS 为规模报酬递增(increasing returns to scale)。

由表 2 可以看出,高等院校与科研院所各有优势。

科研院所具有较强的规模报酬递增潜力。科研院所 2003 年和 2004 年综合效率稍低,但科研院所技术效率接近前沿面,且规模报酬呈现出递增的特性,这说明科研院所具备显著提高产出的潜力。一旦国家加大对科研院所的投入,科研院所能通过规模经济效应迅速提升产出水平。

高等院校近年来保持着稳定而快速的发展,各项指标均为有效,连续四年都处于规模报酬不变区域。这说明当前高等院校最迫切的并不是继续增加规模,而是应该提升科技效率和管理水平。

四、结论与建议

以上运用 DEA 方法,通过对综合效率、技术

效率、规模效率和规模报酬等指标的测度,就青岛市 2002 年-2005 年科研院所和高等院校的海洋科技效率进行了评价,结论与建议如下。

青岛市海洋科技的效率很高。8 个 DMU 24 个指标中只有 2 个 DMU 中的 6 个指标非有效,仅占全部 DMU 的 25%,其他的 DMU 皆为 DEA 有效,且所有 DMU 均处于非规模报酬递减区域。这说明国家对海洋科技方面的投入在青岛取得了丰硕的成果。

高等院校的科研人员数量和项目经费额等指标在效率有效的同时保持稳步增长,这反映出高等院校体制在发展上的优势。同时,由于高等院校的规模报酬不变,这说明高等院校在效率和管理方面仍存在一些问题,应制定一系列相关政策来减少成本,增加产出。具体措施包括:改进激励机制,建立基于科研效率的科研评价体制;加强成本管理方面的宣传,树立成本意识和效益观念;与企业合作,探索各种渠道将科技成果转化为效益;改善硬件设施,为海洋科技发展提供条件;加强内部学院间的协调与合作,实现资源共享,减少资源浪费与重复建设。

科研院所 2003 年、2004 年处于规模报酬递增区域,效率水平非有效,其中 2003 年规模效率有效度仅达到 0.63。这说明科研院所潜力巨大

但投入程度不够,投入低已经成为限制科研院所科技生产力的枷锁。在目前条件下,要提高科研院所的海洋科技效率,应以扩大规模为主,具体措施包括:国家应加大对海洋科研院所的经费投入,提升科技投入的支持强度,改善科研院所硬件水平,为科研院所扩大规模创造条件。同时科研院所自身也要加强规模建设,鼓励优秀人才引进,力求获得更多经费支持,通过科研规模的扩大达到规模经济效应,从而更好地解放海洋科技生产力,为中国海洋经济发展献计献策。

参考文献

- 1 许治,师萍.基于 DEA 方法的我国科技投入相对效率评价[J].科学学研究,2005,(8):481~484
- 2 田东平,苗玉凤.基于 DEA 的我国高校科研效率评价[J].理工高教研究,2005,(8):6~8
- 3 骆正清,张召刚.高等学校内部各学院办学效益的相对有效性评价[J].技术经济与管理研究,2006,(1):62~63
- 4 张浩,孟宪忠.不同机构类型的科技效率 DEA 评价与比较[J].科学学与科学技术管理,2005,(12):78~82
- 5 谢友才,胡汉辉.我国研究生教育的效率研究[J].高等教育研究,2005,(11):68~76
- 6 孟激,刘文彬,李晓轩.DEA 在定量科研评价中的应用[J].科学学与科学技术管理,2005,(9):11~16